

PAT-NO: JP02002174581A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002174581 A

TITLE: PRODUCING METHOD FOR OPTICAL APERTURE

PUBN-DATE: June 21, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OMI, MANABU	N/A
KASAMA, NOBUYUKI	N/A
KATO, KENJI	N/A
MAEDA, HIDETAKA	N/A
MITSUOKA, YASUYUKI	N/A
ICHIHARA, SUSUMU	N/A
ARAWA, TAKASHI	N/A
SHINOHARA, YOKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEIKO INSTRUMENTS INC	N/A

APPL-NO: JP2000373307

APPL-DATE: December 7, 2000

INT-CL (IPC): G01N013/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method, in which a very small aperture having a uniform aperture diameter is formed using a simple method.

SOLUTION: In the manufacturing method for the optical aperture, the optical aperture is formed at the tip of a conical chip 1. A pressure body comprising a stopper 2, whose height is nearly identical to that of the chip 1 and which

protrudes in the direction of an aperture-to-be-formed body is deformed by a force F, having a component toward the chip 1 with reference to the aperture-to-be-formed body composed of the chip 1 and a light-blocking film 3, which is formed at least on the chip 1. Thereby, the optical aperture is formed at the tip of the chip 1.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-174581

(P2002-174581A)

(43)公開日 平成14年6月21日(2002.6.21)

(51)Int.Cl.
G 0 1 N 13/14

識別記号

F I
G 0 1 N 13/14

マーク*(参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願2000-373307(P2000-373307)

(22)出願日 平成12年12月7日(2000.12.7)

(71)出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72)発明者 大海 学

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 笠間 宣行

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(74)代理人 100096378

弁理士 坂上 正明

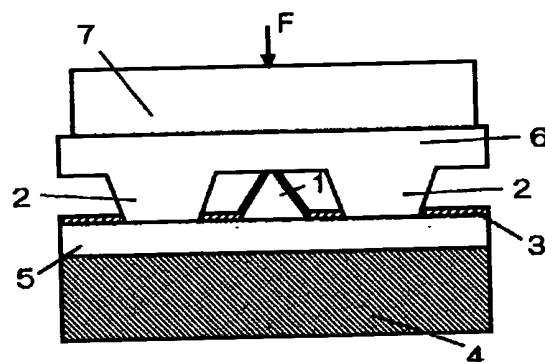
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学的な開口の作製方法

(57)【要約】

【課題】 本発明の課題は、簡便な方法で均一な開口径を有する微小開口を形成する方法を提供することである。

【解決手段】 錐状のチップ1先端に光学的な開口を形成する光学的な開口の作製方法において、チップ1と、少なくともチップ1上に形成された遮光膜3からなる被開口形成体に対して、チップ1と略同じ高さで被開口形成体方向に突出したストッパー2を有する押し込み体を、チップ1に向かう成分を有する力Fによって変位させることによって、チップ1先端に光学的な開口を形成することを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 錐状のチップ先端に光学的な開口を形成する光学的な開口の作製方法において、

前記チップと、少なくとも前記チップ上に形成された遮光膜からなる被開口形成体に対して、

前記チップと略同じ高さで前記被開口形成体方向に突出したストッパーを有する押し込み体を、

前記チップに向かう成分を有する力によって変位させることによって、前記チップ先端に光学的な開口を形成することを特徴とする光学的な開口の作製方法。

【請求項2】 前記押し込み体が前記チップの材質よりも柔らかい材質から成ることを特徴とする請求項1に記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項3】 前記押し込み体が、前記チップおよび前記ストッパーに接触する部分が略平面であることを特徴とする請求項1あるいは2に記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項4】 前記押し込み体のうち前記チップ先端の略上方に当たる部分に、前記力が作用するように、前記力を作用させる位置を調整する方法を含むことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項5】 前記被開口形成体が略平板形状の基板上に形成されたものであることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項6】 前記力を作用させる位置を調整する方法が、前記基板に設けられた位置合わせマークを利用するものであることを特徴とする請求項5に記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項7】 前記押し込み体が、光学的に透明な材質から成ることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の光学的な開口の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光学的な開口の作製方法に関するものである。特に近視野光を照射・検出する近視野光デバイスに用いる開口の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】試料表面においてナノメートルオーダーの微小な領域を観察するために走査型トンネル顕微鏡(S TM)や原子間力顕微鏡(A FM)に代表される走査型プローブ顕微鏡(S PM)が用いられている。S PMは、先端が先鋭化されたプローブを試料表面に走査させ、プローブと試料表面との間に生じるトンネル電流や原子間力などの相互作用を観察対象として、プローブ先端形状に依存した分解能の像を得ることができるが、比較的、観察する試料に対する制約が厳しい。

【0003】そこでいま、試料表面に生成される近視野

光とプローブとの間に生じる相互作用を観察対象とすることで、試料表面の微小な領域の観察を可能にした近視野光学顕微鏡(SNOM)が注目されている。

【0004】近視野光学顕微鏡においては、先鋭化された光ファイバーの先端に設けられた開口から近視野光を試料の表面に照射する。開口は、光ファイバーに導入される光の波長の回折限界以下の大きさを有しており、たとえば、100 nm程度の直径である。プローブ先端に形成された開口と試料間の距離は、SPMの技術によつて制御され、その値は開口の大きさ以下である。このとき、試料上の近視野光のスポット径は、開口の大きさとほぼ同じである。したがって、試料表面に照射する近視野光を走査することで、微小領域における試料の光学物性の観測を可能としている。

【0005】顕微鏡としての利用だけでなく、光ファイバープローブを通して試料に向けて比較的強度の大きな光を導入させることにより、光ファイバープローブの開口にエネルギー密度の高い近視野光を生成し、その近視野光によって試料表面の構造または物性を局的に変更させる高密度な光メモリ記録としての応用も可能である。強度の大きな近視野光を得るために、プローブ先端の先端角を大きくすることが試みられている。

【0006】これら近視野光を利用したデバイスにおいて、開口の形成が最も重要である。開口の作製方法の一つとして、特許公報平5-21201に開示されている方法が知られている。特許公報平5-21201の開口作製方法は、開口を形成するための試料として、先鋭化した光波ガイドに遮光膜を堆積したものを用いている。開口の作製方法は、遮光膜付きの先鋭化した光波ガイドを圧電アクチュエータによって良好に制御された非常に小さな押しつけ量で硬い平板に押しつけることによって、先端の遮光膜を塑性変形させている。

【0007】また、開口の形成方法として、特開平11-265520に開示されている方法がある。特開平11-265520の開口の作製方法において、開口を形成する対象は、平板上に集束イオンビーム(FIB)によって形成された突起先端である。開口の形成方法は、突起先端の遮光膜に、側面からFIBを照射し、突起先端の遮光膜を除去することによって行っている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特許公報平5-21201の方法によれば、光波ガイド一本ずつしか開口を形成する事ができない。また、特許公報平5-21201の方法によれば、移動分解能が数nmの圧電アクチュエータによって押し込み量を制御する必要があるため、開口形成装置をその他の装置や空気などの振動による影響が少ない環境におかなくてはならない。また、光伝搬体ロッドが平板に対して垂直に当たるよう調整する時間がかかるてしまう。また、移動量の小さな圧電アクチュエータの他に、移動量の大きな機械的並

進台が必要となる。さらに、移動分解能が小さな圧電アクチュエータをもちいて、押し込み量を制御するさいに、制御装置が必要であり、かつ、制御して開口を形成するためには数分の時間がかかる。したがって、開口作製のために、高電圧電源やフィードバック回路などの大がかりな装置が必要となる。また、開口形成にかかるコストが高くなる問題があった。

【0009】また、特開平1-265520の方法によれば、加工対象は平板上の突起であるが、FIBを用いて開口を形成しているため、一つの開口の形成にかかる時間が10分程度と長い。また、FIBを用いるために、試料を真空中におかなければならぬ。従って、開口作製にかかる作製コストが高くなる問題があった。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、錐状のチップ先端に光学的な開口を形成する光学的な開口の作製方法において、前記チップと、少なくとも前記チップ上に形成された遮光膜からなる被開口形成体に対して、前記チップと略同じ高さで前記被開口形成体方向に突出したストッパーを有する押し込み体を、前記チップに向かう成分を有する力によって変位させることによって、前記チップ先端に光学的な開口を形成することを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0011】したがって、本発明の光学的な開口の作製方法によれば、前記チップと略同じ高さを有するストッパーによって、前記平面の変位が制御されるため、所定の力で平面を押すだけで簡単に光学的な開口を作製する事ができる。また、真空中、液中、大気中など様々な環境下で開口を作製することができる。また、光学的な開口を作製する際に特別な制御装置を必要としないため、光学的な開口を作製するための装置を単純化する事ができる。また、所定の力を与える時間を非常に短くすることが容易であり、開口作製にかかる時間を短くすることができるため、開口作製にかかるコストを低くすることができます。

【0012】また、前記押し込み体が前記チップの材質よりも柔らかい材質から成ることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0013】したがって、前記押し込み体が前記遮光膜を除去するときに前記チップ先端は変形せず、結果として開口内にチップ先端が突出した構造の開口を作製することができる。

【0014】また、前記押し込み体が、前記チップおよび前記ストッパーに接触する部分が略平面であることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0015】したがって、前記押し込み量がチップ高さとストッパー高さの差にのみ依存して決まるため、一定のサイズの開口を安定して作製することができる。

【0016】また、前記押し込み体のうち前記チップ先

端の略上方に当たる部分に、前記力が作用するように、前記力を作用させる位置を調整する方法を含むことを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0017】したがって、常にチップ先端に制御されて力が作用するため、所望のサイズの光学的な開口を安定して作製することができる。

【0018】また、前記被開口形成体が略平板形状の基板上に形成されたものであることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

10 【0019】したがって既存の半導体プロセス技術を用いて大量に前記被開口形成体を作製することができ、安価で安定した方法で光学的な開口を作製することができる。

【0020】また、前記力が作用させる位置を調整する方法が、前記基板に設けられた位置合わせマークを利用するものであることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0021】したがって、力が作用させる位置を簡単に決めることができ、光学的な開口の作製が低コストで行える。

【0022】また、前記押し込み体が、光学的に透明な材質から成ることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。

【0023】したがって、押し込み体に力を加えるときに、押し込み体の下方にあるチップの位置を確認することができ、常にチップ先端に同一の力が作用するため、一定サイズの開口を安定して作製することができる。

【0024】

30 【発明の実施の形態】以下、本発明の開口の形成方法について、添付の図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1) 図1から図3は、本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。図1に示すワーク1000は、基板4上に形成された透明層5、透明層5の上に形成された錐状のチップ1、遮光膜3からなる。なお、ワーク1000において、透明層5は、必ずしも必要ではなく、その場合遮光膜3は、チップ1および基板4上に形成される。また、遮光膜3は、チップ1にだけ堆積されていてもよい。図2に示す板6は、ストッパー2が形成されている。図2では2個のストッパーが形成されているが、より多数個形成しても良い。このストッパーの間隔は図1におけるチップ1の底辺の長さより長く、例えば数～数百ミクロン長くなるように形成されている。チップ1の高さH1は、数mm以下であり、ストッパー2の高さH2は、数mm以下である。高さH1と高さH2の差は、1000nm以下である。また、遮光膜3の厚さは、遮光膜3の材質によって異なるが、数10nmから数100nmである。

【0025】チップ1、ストッパー2および透明層5は、二酸化ケイ素やダイヤモンドなどの可視光領域にお

いて透過率の高い誘電体や、ジンクセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。また、チップ1の材料は、開口を通過する光の波長帯において少しでもチップ1を通過する材料であれば用いることができる。また、チップ1、スッパー2および透明層5は、同一の材料で構成されても良いし、別々の材料で構成されても良い。遮光膜3は、たとえば、アルミニウム、クロム、金、白金、銀、銅、チタン、タングステン、ニッケル、コバルトなどの金属や、それらの合金を用いる。

【0026】図3は、開口を形成する方法において、チップ1上の遮光膜3を塑性変形させている状態を示した図である。図1で示したワーク1000の上に、スッパー2を有する板6を載せ、さらに板6の上には押し込み用具7を載せる。このとき板6は透明なガラスを用いた。板6を載せた後でも顕微鏡あるいは目視によってチップ1の位置を確認することができる。本実施の形態においては顕微鏡によって二方向からチップ1と押し込み用具7の位置を確認し、押し込み用具7がチップ1の真上に配置されるようにした。押し込み用具7にチップ1の中心軸方向に力Fを加えることによって、板6がチップ1に向かって移動する。チップ1と板6との接触面積に比べて、スッパー2と板6との接触面積は、数百～数万倍も大きい。したがって、与えられた力Fは、スッパー2によって分散され、結果として板6の変位量は小さくなる。板6の変位量が小さいため、遮光膜3が受ける塑性変形量は非常に小さい。また、チップ1およびスッパー2は、非常に小さな弾性変形を受けるのみである。力Fの加え方は、所定の重さのおもりを所定の距離だけ持ち上げて、自由落下させる方法や、所定のバネ定数のバネを押し込み用具7に取り付け、所定の距離だけバネを押し込む方法などがある。板6が、遮光膜よりも硬く、チップ1およびスッパー2よりも柔らかい材料である場合、チップ1およびスッパー2が受ける力は、板6によって吸収されるため、板6の変位量がより小さくなり、遮光膜3の塑性変形量を小さくすることが容易となる。

【0027】図4は、力Fをえた後に、板6および押し込み用具7を取り除いた状態を示した図である。遮光膜3の塑性変形量が非常に小さく、チップ1およびスッパー2が弾性変形領域でのみ変位しているため、チップ1の先端に開口8が形成される。開口8の大きさは、数mmからチップ1を通過する光の波長の回折限界程度の大きさである。開口8に光を導入するために、基板4をチップ1の形成面と反対側からエッチングすることによって透明体5またはチップ1の少なくとも一部を露出させて、開口8への光の導入口を形成する。また、基板4を透明材料103で構成することによって、光の導入口を形成する工程を省くことができる。

【0028】以上説明したように、本発明の開口作製方法によれば、スッパー2によって板6の変位量を良好に制御することができ、かつ、板6の変位量を非常に小さくできるため、大きさが均一で小さな開口8をチップ1先端に容易に作製することができる。また、基板側から光を照射して、開口8から近視野光を発生させることができる。

【0029】次に、ワーク1000の製造方法を説明する。図5は、基板材料104上に透明材料103を形成したのち、チップ用マスク101を形成した状態を示している。図5(a)は上面図を示しており、図5(b)は、図5(a)のA-A'で示す位置における断面図を示している。透明材料103は、気相化学堆積法(CVD)やスピンドルコートによって基板材料104上に形成する。また、透明材料103は、固相接合や接着などの方法によっても基板材料104上に形成することができる。次に、透明材料103上にフォトリソグラフィ工程によって、チップ用マスク101を形成する。

【0030】チップ用マスク101は、透明材料103の材質と次工程で用いるエッチャントによるが、フォトレジストや塗化膜などを用いる。透明材料103は、二酸化ケイ素やダイヤモンドなどの可視光領域において透過率の高い誘電体や、ジンクセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。

【0031】チップ用マスク101の直径は、たとえば数mm以下である。図6は、チップ1を形成した状態を示している。図6(a)は上面図であり、図6(b)は、図6(a)のA-A'で示す位置の断面図である。チップ用マスク101を形成した後、ウェットエッティングによる等方性エッティングによってチップ1を形成する。透明材料103の厚さとチップ1の高さの関係を調整することによって、図1に示す透明層5が形成されたり、形成されなかったりする。チップ1の先端半径は、数mmから数100mmである。この後、遮光膜をスパッタや真空蒸着などの方法で堆積する事によって、図1に示すワーク1000を形成する事ができる。また、遮光膜3をチップ1にだけ堆積する場合、遮光膜3の堆積工程において、チップ1上に遮光膜が堆積するような形状を有するメタルマスクを乗せてスパッタや真空蒸着などを行う。また、ワーク1000のチップが形成された面の全面に遮光膜3を堆積した後、チップ1にだけ遮光膜3が残るようなフォトリソグラフィ工程を用いても、チップ1上にだけ遮光膜3を形成する事ができる。

【0032】図2に示した板6はワーク1000と同様の方法で作製することができる。唯一の相違はマスクの形状であるので作製方法の説明を略すが、ワーク100と板6は例えば同一の材料から成り、同一のエッチャ

ッティングすることによって作製する。異なるサイズのマスクを使用することによって、チップ1の高さH1とストッパー2の高さH2の差を所望の値に形成することができる。

【0033】以上説明したように、本発明の実施の形態1によれば、チップ1とストッパー2の高さを良好に制御することができ、かつ、ストッパー2を設けることによって板6の変位量を小さくすることができるため、分解能の高いアクチュエータを用いなくても、大きさが均一で微小な開口8をチップ1先端に形成する事が容易である。我々の実験では、手に持ったハンマーなどで、押し込み用具7を叩くだけで直径100nm以下の開口8を形成する事ができた。また、チップ1とストッパー2の高さが良好に制御されるため、開口8の作製歩留まりが向上した。また、本発明の実施の形態1で説明したワーク1000は、フォトリソグラフィ工程によって作製可能なため、ウエハなどの大きな面積を有する試料に、複数個作製することが可能であり、力Fを一定にすることによって複数個作製されたワーク1000それぞれに対して均一な開口径の開口8を形成する事ができる。また、力Fの大きさを変えることが非常に簡単なため、複数個作製されたワーク1000に対して個別に開口径の異なる開口8を形成する事が可能である。また、単純に力Fを加えるだけで開口8が形成されるため、開口作製にかかる時間は数秒から数10秒と非常に短い。また、本発明の実施の形態1によれば、加工雰囲気を問わない。従って、大気中で加工する事が可能でありすぐに光学顕微鏡などで加工状態を観察できる。また、走査型電子顕微鏡中で加工することによって、光学顕微鏡よりも高い分解能で加工状態を観察することも可能である。また、液体中で加工することによって、液体がダンパーの役目をするため、より制御性の向上した加工条件が得られる。

【0034】また、ワーク1000が複数個作製された試料に対して、一括で力Fを加えることによって、開口径のそろった開口8を一度に複数個作製する事も可能である。一括で加工する場合、ウエハ一枚あたりのワーク1000の数にもよるが、開口1個あたりの加工時間は、数百ミリ秒以下と非常に短くなる。

(実施の形態2) 図7に本発明の実施の形態2に係る方法で作製したチップ先端形状を示す。実施の形態1との違いは、板6の材質を、チップ1の材質と比較して硬いものにした場合と柔らかいものにした場合を実施した点であり、他の工程については実施の形態1と同一であるので説明を略す。図7(a)は板6の材質がチップ1の材質よりも硬い場合に作製されるチップ先端形状、図7(b)は板6の材質がチップ1の材質よりも柔らかい場合に作製されるチップの先端形状である。(a)ではチップ先端が平坦になっていて、これを近視野光プローブとして近視野光顕微鏡あるいは近視野光データスト

レージ装置に利用した場合には、光学的開口を試料表面あるいは記録媒体表面に非常に近接させることができある。これにより、より強い近視野光相互作用を起こさせることができ、高いS/N比が得られ、あるいは高速データ転送が可能となる。また、試料表面あるいは記録媒体表面に導電性物質が存在している場合には、チップ1先端での遮光膜3の切れ目との相互作用が増強されることで、さらに強い近視野光相互作用となる。一方

10 (b) の場合は、チップ先端に突出部11がある。近視野光は開口内に微小構造が存在するときにはその構造サイズに依存した解像度が得られるが、(b)のように突出部11があると、顕微鏡では解像度、データストレージ装置ではデータ記録密度の向上をもたらす。このように、板6の材質を変えることで、所望の形状のチップを簡単に作製することができる。

(実施の形態3) 図8は本発明の実施の形態3に係る光学的な開口の作製方法を説明する図である。図8は多数のチップ1と位置合わせマーク112が配列して形成されたウエハの一部の上面図である。位置合わせマーク112はチップ1と同一材質から成り、チップ1の形成と同時に形成する。位置合わせマーク用マスクはチップ用マスクに比べて幅が小さくなるように設計してあるため、位置合わせマーク112はチップ1よりも低くなり、板6が押し当たられたときにも板6に接触することはない。位置合わせマーク112は、遮光膜3をバーニングすることによって作製することもできる。その後実施の形態1と基本的に同一の方法で開口を作製するが、板6をチップ1の上に載せる際に、位置あわせマーク112を目視あるいは顕微鏡によって確認し、力Fがチップ1の略上方からかかるようにする。これにより押し込み用具7の位置合わせが容易になり、短時間で安定したサイズの光学的開口を作製することができる。

【0035】

【発明の効果】チップ1とストッパー2の高さ、および、力Fを制御する事によって、分解能の高いアクチュエータを用いなくても、簡単に開口8を形成する事ができる。また、チップ1とストッパー2の高さが良好に制御されるため、開口8の作製歩留まりが向上した。また、本発明の実施の形態1で説明したワーク1000は、フォトリソグラフィ工程によって作製可能なため、ウエハなどの大きな面積を有する試料に、複数個作製する事が可能であり、力Fを一定にすることによって複数個作製されたワーク1000それぞれに対して均一な開口径の開口8を形成する事ができる。また、力Fの大きさを変えることが非常に簡単なため、複数個作製されたワーク1000に対して個別に開口径の異なる開口8を形成する事が可能である。また、単純に力Fを加えるだけで開口が形成されるため、開口作製にかかる時間は数10秒以下と非常に短い。また、本発明の実施の形態1によれば、加工雰囲気を問わない。従って、大気中で加

9

工する事が可能でありすぐに光学顕微鏡などで加工状態を観察できる。また、走査型電子顕微鏡中で加工することによって、光学顕微鏡よりも高い分解能で加工状態を観察することも可能である。また、液体中に加工することによって、液体がダンパーの役目をするため、より制御性の向上した加工条件が得られる。また、ワーク1000が複数個作製された試料に対して、一括で力Fを加えることによって、開口径のそろった開口8を一度に複数個作製する事も可能である。一括で加工する場合、ウェハ一枚あたりのワーク1000の数にもよるが、開口10個あたりの加工時間は、数百ミリ秒以下と非常に短くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図2】本発明の実施の形態1で用いる板について説明した図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図5】ワーク1000の製造方法について説明した図である。

【図6】ワーク1000の製造方法について説明した図

である。

【図7】本発明の実施の形態2に係るチップ先端形状を説明した図である。

【図8】本発明の実施の形態3で用いる、多数のチップとストッパーが形成されたウェハの一部の上面図である。

【符号の説明】

1 チップ

2 ストッパー

3 遮光膜

4 基板

5 透明層

6 板

7 押し込み用具

8 開口

101 チップ用マスク

103 透明材料

104 基板材料

112 位置合わせマーク

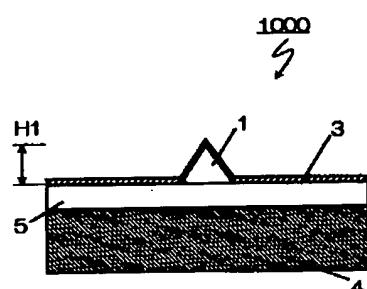
1000 ワーク

F 力

H1 チップの高さ

H2 ストッパーの高さ

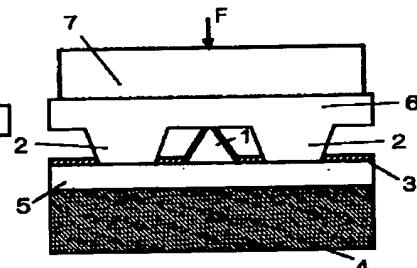
【図1】



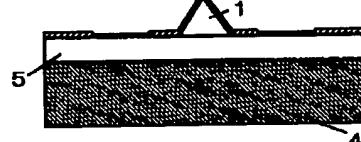
【図2】



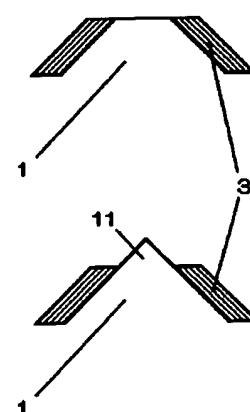
【図3】



【図4】

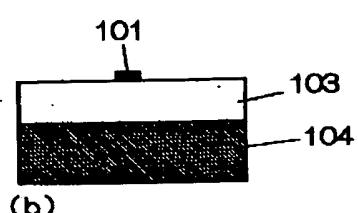
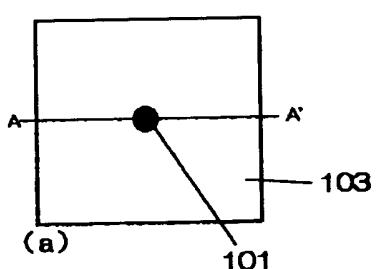


(a)



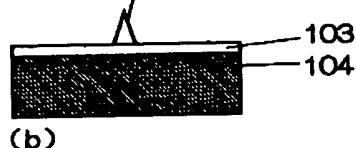
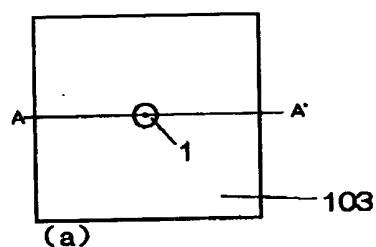
(b)

【図5】



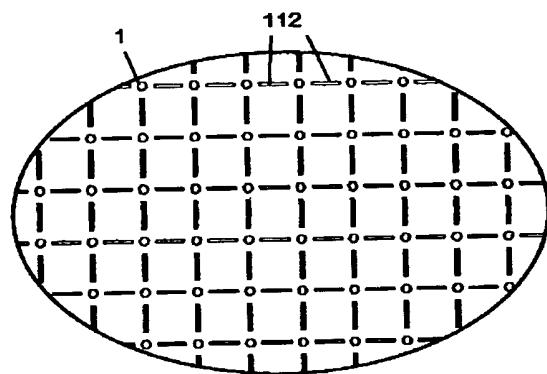
(b)

【図6】



(b)

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 健二

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 前田 英孝

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 光岡 靖幸

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 市原 進

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 新輪 隆

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内

(72)発明者 篠原 陽子

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内